TALASI I UDARNI TALASI

XI P 2012



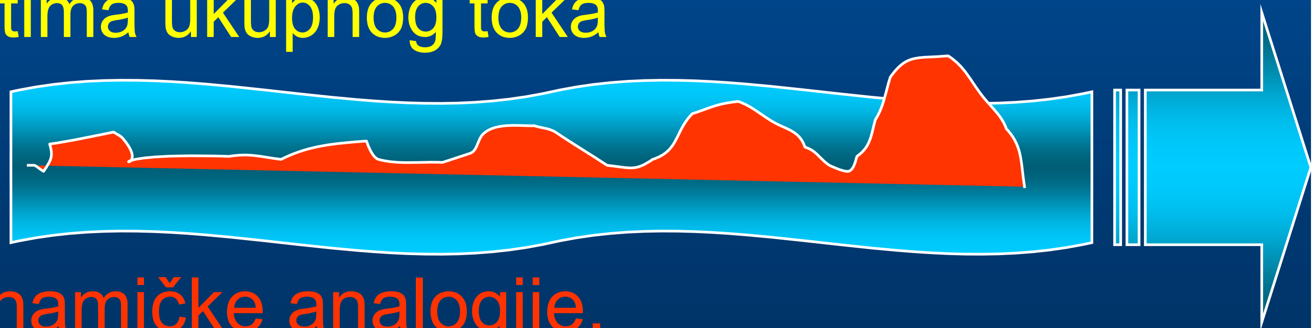
Prof dr VLADAN TUBIĆ

Makroskopska posmatranja u opisivanju Saobraćajnog Toka

- Saobraćajni tok - kontinualni proces proticanja vozila u 1 smeru

apstrahuje se činjenica da svako kontroliše vozač

- Stav da se svako vozilo ponaša po zakonitostima ukupnog toka



Teorije

- hidrodinamičke analogije,
- gasna teorija

Hidrodinamičke teorije

Polazna ideja

- sličnosti u proticanju i talasanju fluida i saobraćajnog toka

Mogućnost primene

- zasićeni tokovi i normalni tokovi bliski zasićenim
- jednosmerni saobraćajni tokovi

Pojmovi Talasa i Udarnih Talasa

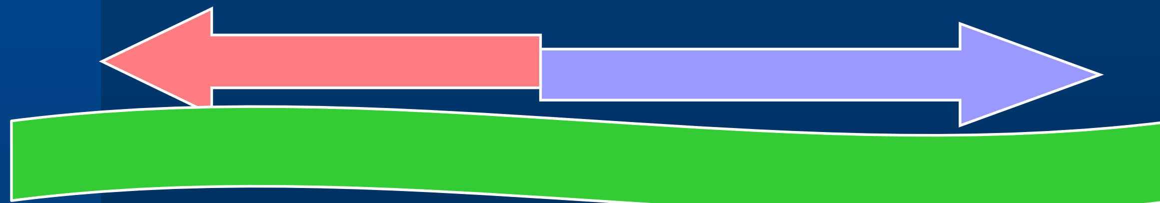
Talasi - kontinualne promene saobraćajnog toka→parametara q-g-V_s

Udarni Talasi (Šok Talasi) - skokovite (nagle) promene saobraćajnog toka→parametara q-g-V_s

Pravac i smer pružanja

- u odnosu na saobraćajnicu (napred i nazad)

- u odnosu na saobraćajni tok (napred i nazad)



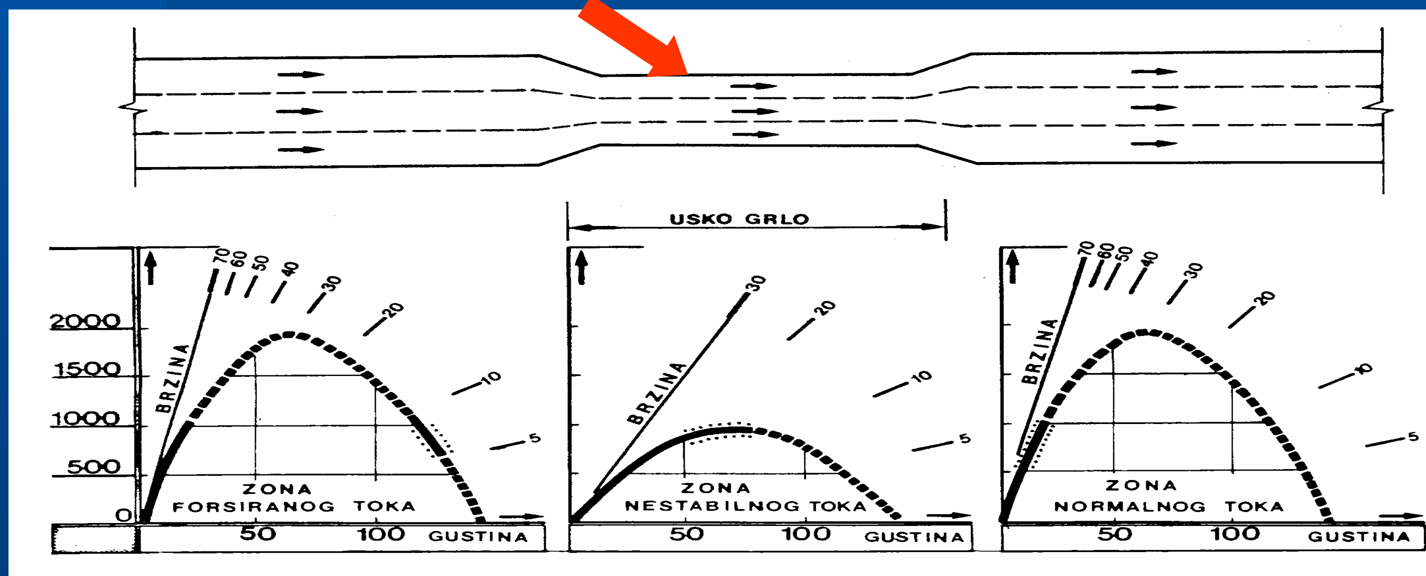
Uzročnici pojave
Talasa i Udarnih Talasa

Uzročnici promena q-g-Vs

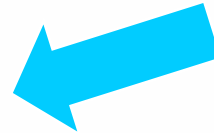
- Povećani priliv vozila (vrem. neravn. – vršni zahtevi)
- Pojava Uskog grla na putu

Kontinualna promena – Talasi **Skokovita promena – Šok Talasi**

Usko grlo – po pravilu Šok Talasi

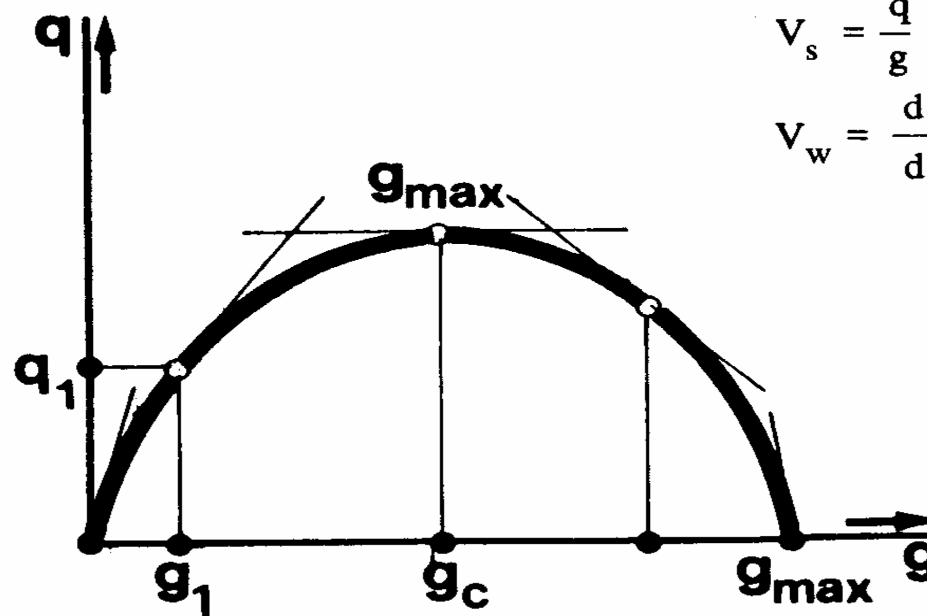


Brzina Talasa - Vw



$$V_w = \frac{dq}{dg}$$

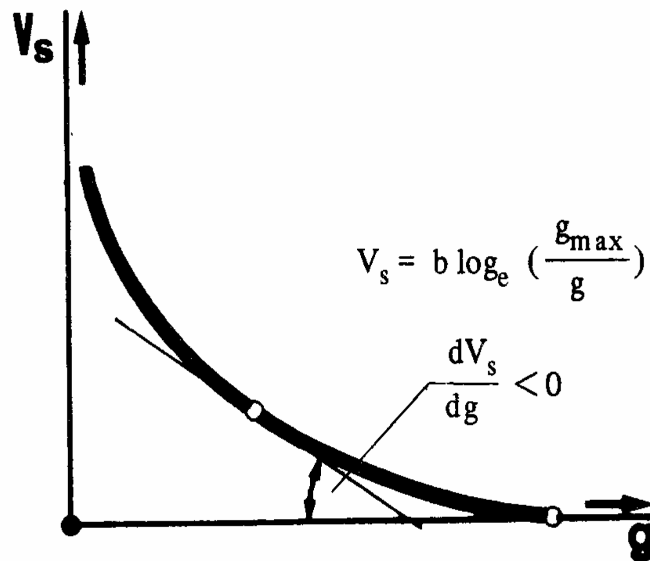
Dakle, to je brzina kojom se dešavaju kontinualne promene osnovnih parametara saobraćajnog toka.



$$V_s = \frac{q}{g}$$

$$V_w = \frac{dq}{dg}$$

Brzina Talasa - V_w



$V_w = \frac{dq}{dg}$; obzirom da je $q = V_s g$, to je:

$$V_w = \frac{d(V_s g)}{dg} \qquad V_w = V_s + g \frac{dV_s}{dg}$$

1) Za $g \to 0$, $V_w = V_s = V_{sl}$

2) Za $g < g_c$; $V_w < V_s$ – "Talasi se kreću natrag u odnosu na saobraćajni tok, ali u smeru puta, jer je $V_w > 0$."

3) Za $g = g_c$; $V_w = 0$

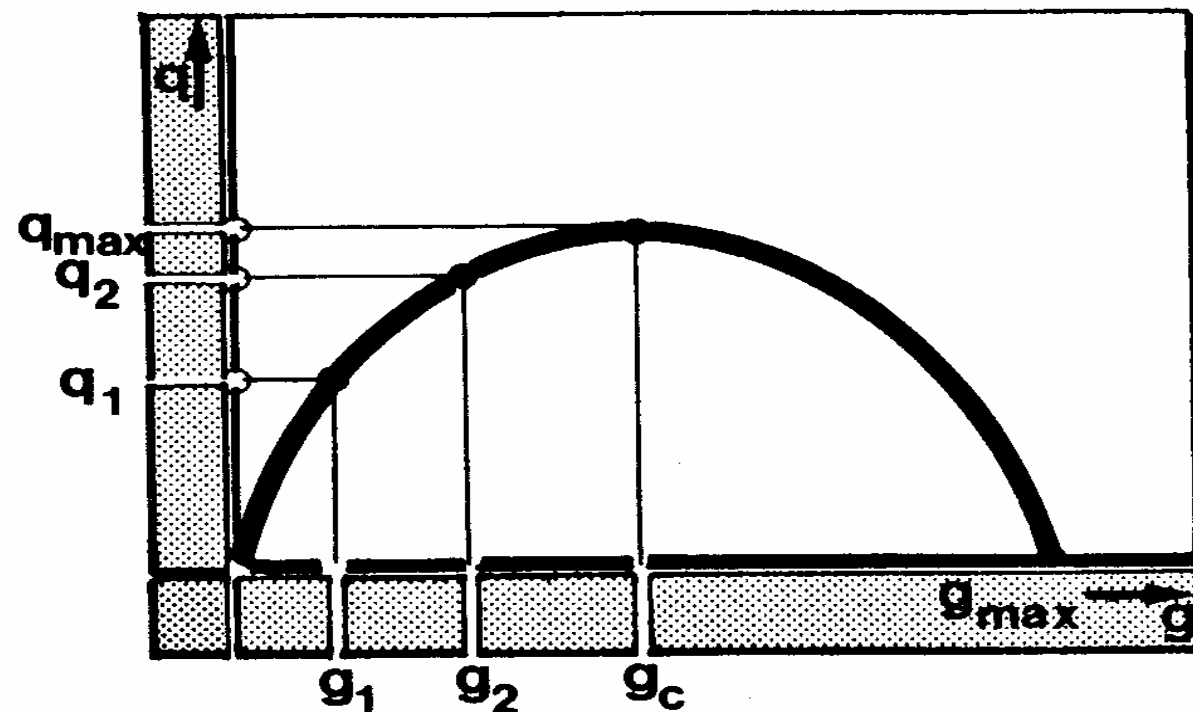
4) Za $g > g_c$; $V_w < V_s$ i $V_w < 0$ – "Talasi" se kreću unazad u odnosu na saobraćajni tok i u odnosu na put.

5) Za $g \to g\,max$; $V_w < 0$; $V_s \to 0$ – "Talasi" dostižu maksimalnu negativnu brzinu u odnosu na put i brzinu toka.

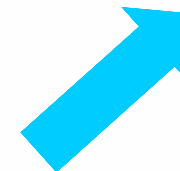
Brzina Udarnog Talasa - Vsw

LIGHTHILL i WHITHAM su definisali brzinu "šok talasa" sledećom relacijom:

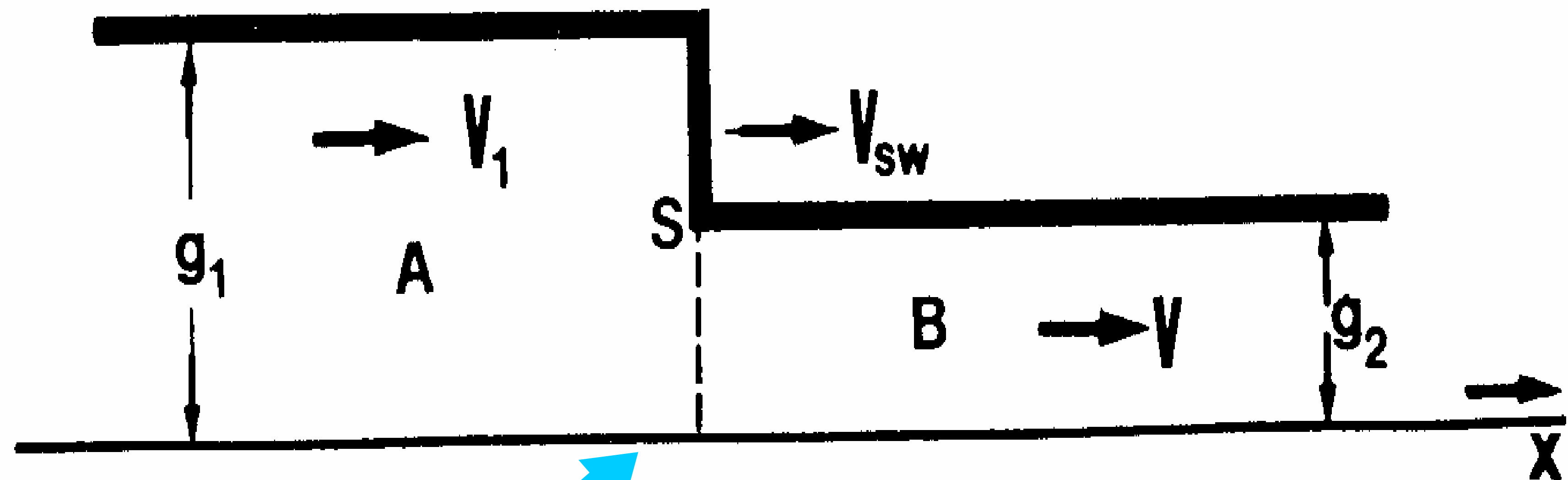
Sl. 85.



$$V_{sw} = \frac{q_2 - q_1}{g_2 - g_1}$$



Brzina Udarnog Talasa - Vsw



$$V_{r_1} = V_1 - V_{sw}$$

$$V_{r_2} = V_2 - V_{sw}$$

S – razdelna linija između gustina g_1 i g_2

Brzina Udarnog Talasa - Vsw

Polazeći od $q = V \cdot g$ i $q = \frac{N}{t}$ dolazi se do relacije:

$$N = V_{r_1} \, g_1 \, t = V_{r_2} \, g_2 \, t$$

$$(V_1 - V_{sw}) \, g_1 = (V_2 - V_{sw}) \, g_2$$

$$V_2 \, g_2 - V_1 \, g_1 = V_{sw} \, (g_2 - g_1)$$

$$q_2 - q_1 = V_{sw} \, (g_2 - g_1)$$

$$V_{sw} = \frac{q_2 - q_1}{g_2 - g_1}$$

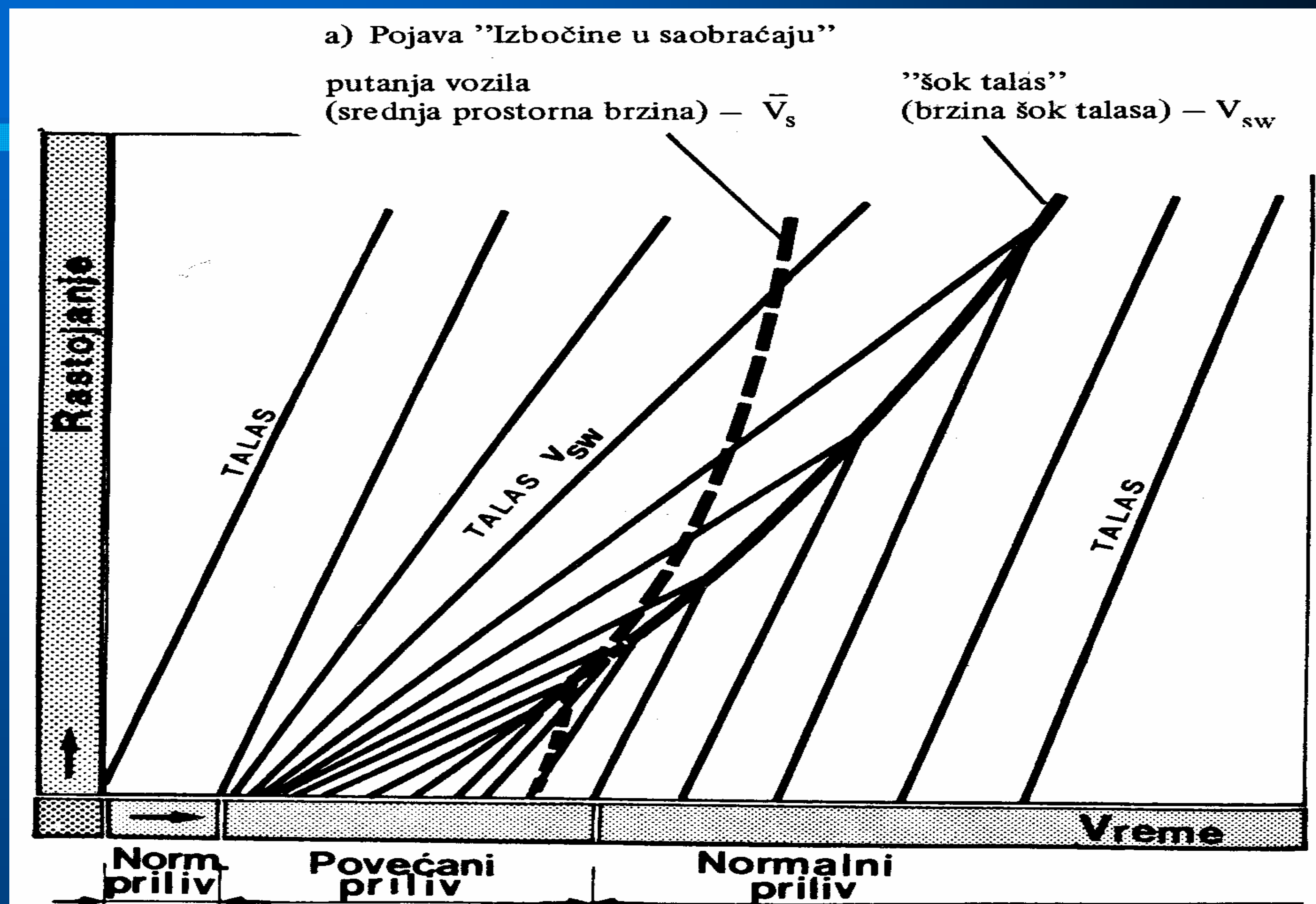
$$q_2 - q_1 = \Delta q \, ; \quad g_2 - g_1 = \Delta g$$

$$V_w = \frac{\Delta q}{\Delta g}$$

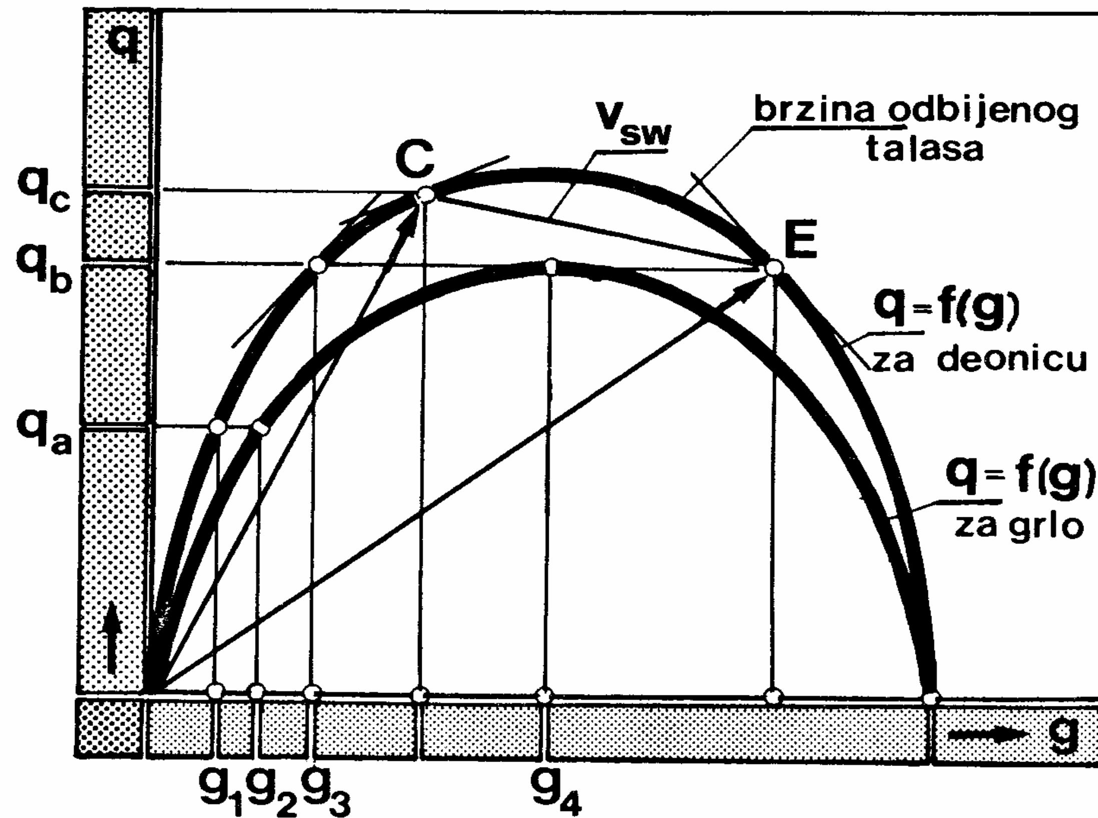
. Prethodna relacija za (V_{sw}) može se napisati i u sledećem obliku:

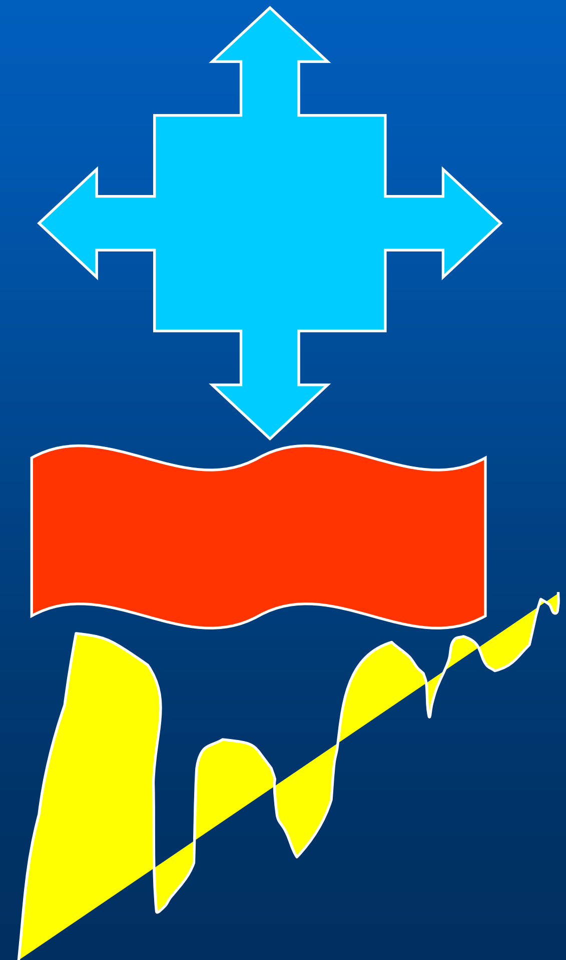
$$V_{sw} = \frac{V_2 \, g_2 - V_1 \, g_1}{g_2 - g_1}$$

Brzina Udarnog Talasa - Vsw



BRZINA UDARNOG TALASA - VSW





Prof dr VLADAN TUBIĆ

PRIMENE HIDRODINAMIČKE ANALOGIJE

Prvu značajniju primenu teorije o hidrodinamičkoj analogiji predstavljale su studije saobraćajnih tokova u tunelima Njujorka.

EDIE i FOOTE bavili su se studijama o pojavi ''šok talasa'' koji su se širili kroz HOLLAND tunel . . . .

Studije su pokazale da je HOLLAND tunel na izlazu zbog uspona predstavljao usko grlo u pogledu kapaciteta.

Pošto je zahtev za saobraćajem u vršnim časovima bio veći od kapaciteta tunela na njegovom izlazu, tj. uskom grlu, to je izazivalo pojavu ''šok talasa'', koji su se kretali natrag kroz tunel.

Da bi se identifikovale karakteristike saobraćajnog toka u tunelu, vršeno je osmatranje: protoka i vremena prolaska svakog vozila po saobraćajnim trakama na 7 tačaka (preseka) u tunelu. Vozilima je bilo zabranjeno da menjaju saobraćajnu traku.

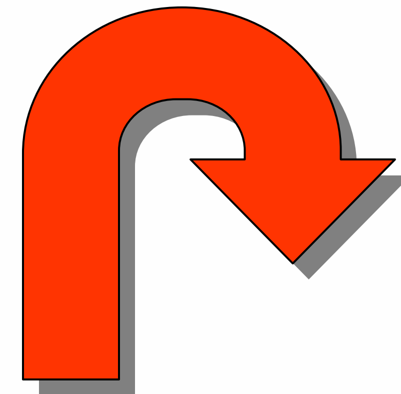
Zasnivajući se na rezultatima ovih studija, poboljšanje uslova proticanja u HOLLAND tunelu ostvareno je postupkom kontrolisanog puštanja onoliko vozila koliko može da propusti izlazni odsek tunela koji je u usponu.

Primene Hidrodinamičke Analogije

Konkretno, vozila se puštaju u kratkim kolonama od približno po 40 vozila ili manje, svakih 2 minuta (prosečno jedno vozilo na 3 sec.), a sa vremenskom pauzom od po 10 sec. Sa vremenskim rastojanjem od 10 sec. svaki ''šok talas'' u uskom grlu HOLLAND tunela je onemogućen, tj. ugušen.

Rezultat ovoga je bio:

– povećanje propusnosti tunela za 6%,
– smanjenje vremena prolaska kroz tunel,
– eliminisanje zastoja u tunelu,
– smanjenje broja nezgoda od naletanja vozila (čelo–rep).



Pored izloženih primera praktične primene hidrodinamičke analogije značajno je istaći i njenu primenu kroz analizu zakonitosti ponašanja ''šok talasa'' u specifičnim slučajevima odnosa između brzine i gustine toka.

Primene Hidrodinamičke Analogije

linearna veza V-g

$$V_i = V_{sl}\left[1 - \frac{g_i}{g\,max}\right]$$

i normalizovanjem odnosa gustina:

$$n_i = \frac{g_i}{g\,max} \quad ..$$

Jednačina (1) dobija opšti oblik:

$$V_i = V_{sl}\,[1 - \eta_i]$$

odnosno konkretan oblik:

$$V_1 = V_{sl}\,(1 - \eta_1) \quad ..$$

$$V_2 = V_{sl}\,(1 - \eta_2) \quad ..$$

Dalje, polazeći od relacije:

$$V_{sw} = \frac{V_1\, g_1 - V_2\, g_2}{g_1 - g_2}$$

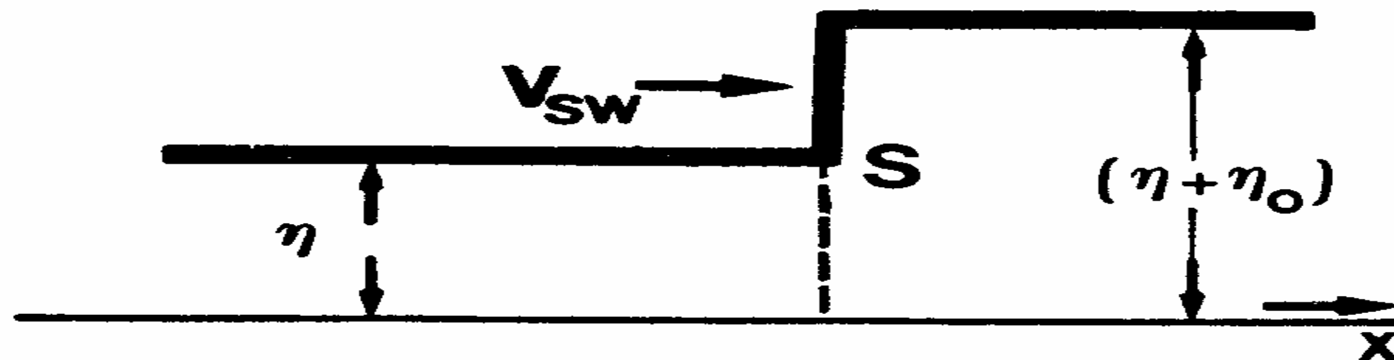
dolazi se do izraza:

$$V_{sw} = \frac{[g_1 V_{sl}(1 - \eta_1)] - [g_2 V_{sl}(1 - \eta_2)]}{g_1 - g_2}$$

Obzirom na relaciju (2) i uprošćavanjem izraza (4) dolazi se do sledeće relacije za brzinu "šok talasa":

$$V_{sw} = V_{sl}\,[1 - (\eta_1 + \eta_2)]$$

Šok talas izazvan manjom promenom gustine



$$V_n = V_{sl}(1-\eta); \quad V_{sl} = \frac{V\eta}{1-\eta} \qquad \eta + \eta_o \leqslant 1$$

$$\eta_1 = \eta; \qquad \eta_2 = (\eta + \eta_o)$$

$$V_{sw} = V_{sl}\,[1 - (\eta_1 + \eta_2)]$$

$$[1 - (\eta_1 + \eta_2)] = [1 - (2\eta + \cancel{\eta_o}^{\,0})] = [1 - 2\eta]$$

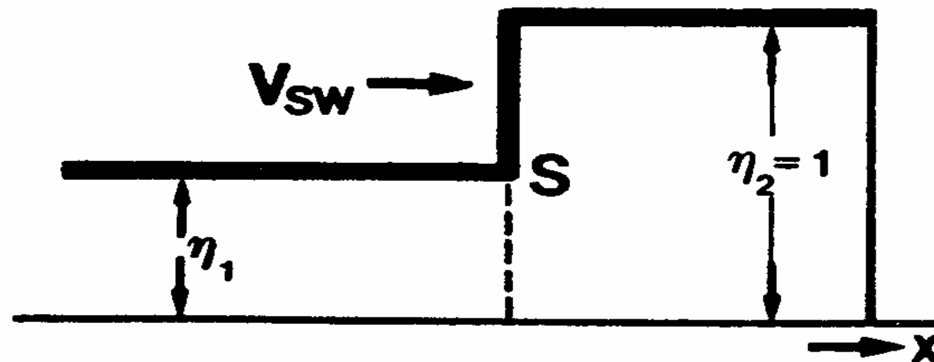
$$V_{sw} = V_{sl}\,[1 - 2\eta]$$

$$\boxed{V_{sw} = \frac{V\eta}{1-\eta}\,[1 - 2\eta]}$$

Šok Talas izazvan zaustavljanjem vozila

Crveni svetlosni signal, pružni prelazi ...

Zabrana prolaska t (s)



$$V_{sl}\eta_1 = V_{sl} - V_1 \; ; \; \eta_1 = 1 - \frac{V_1}{V_{sl}}$$

$$V_1 = V_{sl} \cdot [1 - \eta_1] \; ; \; \boxed{V_{sl} = \frac{V_1}{1 - \eta_1}}$$

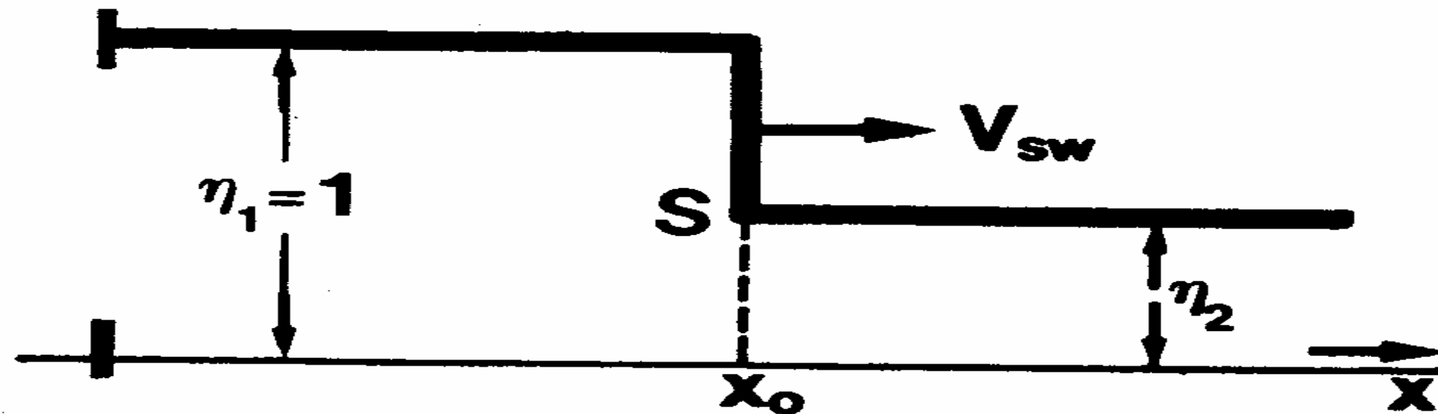
$$V_{sw} = V_{sl} \cdot [1 - (\eta_1 + 1)]$$

$$\boxed{V_{sw} = - V_{sl} \cdot \eta_1}$$

$$V_{sw} = - \frac{\eta_1}{1 - \eta_1} \cdot V_1$$

$$\boxed{V_{sw} = - V_{sl} + V_1}$$

ŠOK TALAS IZAZVAN STARTOM VOZILA



$$\eta_1 = 1;\ t = 0,\ x = x_o$$

$$V_2 = V_{sl}(1 - \eta_2);\ \eta_2 = [1 - (V_2/V_{sl})]$$

$$V_{sw} = V_{sl} \cdot [1 - (1 + \eta_2)]$$

$$V_{sw} = - V_{sl} \cdot \eta_2$$

$$V_{sw} = - [V_{sl} - V_2]$$

TST



Prof dr VLADAN TUBIĆ